



Aus dem Department für Öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin¹ und dem Klinischen Department für Tierzucht und Reproduktion² der Veterinärmedizinischen Universität Wien, dem Department für Nachhaltige Agrarsysteme der Universität für Bodenkultur Wien³ und dem Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein⁴

Aktuelle Aspekte der Kastration männlicher Ferkel 2. Mitteilung: Alternativmethoden zur chirurgischen Kastration und zusammenfassende Bewertung

J. BAUMGARTNER¹, R. BINDER¹, W. HAGMÜLLER⁴, P. HOFBAUER¹, C. IBEN¹, U.S. SCALA² und C. WINCKLER³

eingelangt am 7.4.2004
angenommen am 12.7.2004

Schlüsselwörter: Ferkelkastration, Tierschutz, Ebergeruch, Androstenon, Skatol, Ebermast, Immunkastration.

Keywords: castration of piglets, animal welfare, boar taint, androstenone, skatole, fattening of entire male pigs, immunocastration.

Zusammenfassung

Fleisch von geschlechtsreifen Ebern kann in Geruch und Geschmack erheblich von der Verbrauchererwartung abweichen. Für den sogenannten Ebergeruch sind Androstenon und Skatol hauptverantwortlich. Androstenon ist ein testikuläres Steroid, Skatol entsteht beim mikrobiellen Tryptophanabbau im Dickdarm. Sowohl in Bezug auf die regionale Häufigkeit von Ebergeruch im Fleisch als auch hinsichtlich der Sensibilität der Konsumenten bestehen erhebliche Unterschiede. Um Ebergeruch zu vermeiden, werden männliche Ferkel üblicherweise chirurgisch ohne Schmerzausschaltung kastriert. Diese Methode ist aus ethischer Sicht abzulehnen. Eine tierschutzkonforme und praxistaugliche Problemlösung kann durch eine begleitende Schmerzausschaltung (siehe 1. Mitteilung), durch vollständigen Verzicht auf die Kastration (Ebermast) oder durch Anwendung alternativer Kastrationsverfahren (Immunkastration) erfolgen. Chirurgische Kastration unter Allgemeinanästhesie durch Injektionsnarkose muß als nicht praxisreif bezeichnet werden. Die begleitende Allgemeinanästhesie durch Inhalationsnarkose mittels CO₂/O₂ und die Lokalanästhesie werden als weitgehend praxistauglich beurteilt. Die in einigen Staaten der EU praktizierte Ebermast ist aus tierethischer Sicht besonders vorteilhaft. Eine erfolgreiche Umstellung des Produktionsverfahrens erfordert jedoch weitreichende Anpassungen in Bezug auf Haltung, Fütterung, Zucht und Schlachtzeitpunkt sowie ein zuverlässiges Detektionsverfahren für Ebergeruch am Schlachtband. Ebermast ist deshalb für österreichische Bedingungen als nicht unmittelbar umsetzbare, aber mittelfristig anzustrebende Alternative zur chirurgischen Kastration einzustufen. Die Immunkastration männlicher Schweine wird durch zweimalige aktive Immunisierung gegen das im Hypothalamus gebildete Peptid GnRH erreicht. Durch Unterbrechung der Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse wird die Produktion von Sexualsteroiden weitgehend verhindert. Immunkastration stellt eine im Vergleich zur chirurgischen Kastration zu vernachlässigende Beeinträchtigung der Tiere dar. Der Verzehr des Fleisches immunkastrierter Schweine bedeutet kein Gesundheitsrisiko für den Menschen. Auf Grund der in Australien und Neuseeland gewonnenen Erfahrungen wird die Immunkastration als grundsätzlich praxisreif und anwendungserprobt eingestuft. Im europäischen Raum ist jedoch zur Zeit kein geeignetes Präparat zugelassen.

Summary

Castration of male piglets (II): alternatives and conclusion

Meat from entire male pigs may show odour and flavour aberrations known as boar taint, which are mainly caused by androstenone and skatole. Both the incidence of boar taint and the sensibility of the consumers vary substantially between countries. Surgical castration without anaesthesia is widely used to avoid boar taint. From an ethical point of view, this method should be abandoned because it causes severe pain and distress to the piglets. Apart from anaesthesia prior to castration, as described in the first communication, this problem could be solved by the production of entire male pigs or by using immunocastration. Whereas intravenous anaesthesia is not considered feasible, inhalation anaesthesia or local anaesthesia of the testicles are regarded as promising approaches. With regard to animal welfare, the production of entire male pigs is highly desirable but considerable adaptations along the production chain are necessary in order to avoid boar taint including management aspects, changes in slaughtermass and methodology for boar taint detection. Under Austrian conditions, fattening of entire male pigs should therefore be viewed as a long term perspective. Active immunization of entire male pigs against gonadotropin-releasing hormone at the end of the fattening period results in both a significant reduction of boar taint compounds and in increased feed efficiency. Pain and distress caused by the vaccination procedure are considered negligible compared to surgical castration. Health risks by the consumption of meat from immunocastrated pigs are not expected. Based on the results of the Australian pig industry, immunocastration is considered to be a practicable and effective technique. However, there has been no vaccine licensed in the EU so far.



Einleitung

In Österreich, wie in den meisten Staaten mit bedeutender Schweineerzeugung, werden männliche Mastschweine im Ferkelalter ohne Schmerzausschaltung chirurgisch kastriert. Damit soll vermieden werden, daß Schweinefleisch mit dem als unangenehm empfundenen Ebergeruch in den Handel gelangt. Die chirurgische Kastration ist belastend und mit erheblichen akuten und postoperativen Schmerzen verbunden. Daher ist diese Methode aus der Sicht des Tierschutzes abzulehnen. In der 1. Mitteilung „Aktuelle Aspekte der Kastration männlicher Ferkel - Tierschutzrechtliche Aspekte der Ferkelkastration sowie Verfahren zur Schmerzausschaltung bei der chirurgischen Kastration“ (BINDER et al., 2004) wurden Methoden vorgestellt, welche geeignet sind, den Schmerz während des Eingriffes und für kurze Zeit danach auszuschalten. In der 2. Mitteilung werden die zur Zeit wichtigsten Alternativmethoden zur chirurgischen Kastration dargestellt. Abschließend werden alle vorgestellten Verfahren nach ethischen Kriterien und hinsichtlich ihrer Praxiseignung bewertet. Zum besseren Verständnis werden einleitend die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ebergeruches beschrieben.

Entstehung von Ebergeruch

Unter Ebergeruch werden Geruchs- und Geschmacksabweichungen bei Schweinefleisch verstanden, welche vor allem beim Erhitzen des Fleisches von geschlechtsreifen Ebern auftreten können. Angaben zur Häufigkeit dieser Qualitätsabweichung schwanken zwischen 10 und 75 % (BONNEAU, 1999). Zudem gibt es - international gesehen - erhebliche Unterschiede in den Verzehrsgewohnheiten. In diesen beiden Tatsachen sind die teils beträchtlichen Differenzen zwischen Studien über die Akzeptanz von Eberfleisch durch die Konsumenten begründet (MALMFORS u. LUNDSTRÖM, 1983). Nach BONNEAU (1998) wird Eberfleisch in Großbritannien deutlich besser akzeptiert als in Frankreich, Spanien, Schweden und Deutschland.

Als verantwortlich für Ebergeruch werden zwei Komponenten gesehen, nämlich Androstenon (5α -androst-16-en-3-on; PATTERSON, 1968) und Skatol (3-methyl-indol; VOLD, 1970; WALSTRA u. MAARSE, 1970). Zusätzlich könnten Substanzen wie 4-phenyl-3-buten-2-on (RIUS

SOLE u. GARCIA-REGUEIRO, 2001) oder Indol (WISEMAN et al., 1999) beteiligt sein.

Androstenon ist ein testikuläres Steroid mit urinartigem Geruch. Synthese, Verteilung und Ausscheidung von Androstenon folgen einem feinabgestuften Regulationsmechanismus. Das im Hypothalamus gebildete Peptid Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH) gelangt über den Hypophysenfortaderkreislauf in die Adenohypophyse. Hier stimuliert es die Freisetzung der gonadotropen Hormone FSH (Follikel-Stimulierendes Hormon) und LH (Luteinisierendes Hormon). Im männlichen Organismus bindet LH an Rezeptoren der Leydig-Zellen des Hodens und stimuliert die Synthese von Sexualsteroiden und Pheromonen. Die bedeutendsten Pheromone des Ebers sind Androstenon (5α -Androst-16-en-3-on) und dessen Reduktionsprodukte 3α - und 3β -Androstenol. Alle 3 Substanzen werden im Hoden synthetisiert und gelangen über die V. testicularis in den Blutkreislauf. Während die Androstenole nur geringe Fettlöslichkeit aufweisen und den Organismus rasch wieder verlassen, wird das lipophile Androstenon im Fettgewebe eingelagert. Hauptausscheidungsweg der Pheromone ist der Speichel. Die Parotis ist in der Lage, das für den urinartigen Geschlechtsgeruch verantwortliche Androstenon in Androstenol, welches einen moschusartigen Geruch besitzt, umzuwandeln (Abb. 1).

Die Intensität der Androstenonsynthese ist beim jungen Ferkel gering und steigt während der Pubertät gleichzeitig mit der Produktion der anderen testikulären Steroide, der Androgene und Östrogene, stark an. Bei den üblichen Schlachtkörpergewichten variieren die Fettandrostenongehalte unkastrierter männlicher Tiere stark. Eine internationale Studie (WALSTRA et al., 1999) ergab, daß mehr als 60 % der unkastrierten männlichen Tiere Androstenongehalte $>0,5$ ppm aufwiesen und etwa 30 % >1 ppm. Die Androstenonkonzentrationen waren im Vereinigten Königreich, in Frankreich und den Niederlanden am geringsten und in Schweden und Spanien, den Ländern mit den höchsten Schlachtkörpermassen, am höchsten.

Skatol wird in den hinteren Darmabschnitten durch mikrobiellen Tryptophanabbau gebildet. Das Tryptophan stammt von unverdaulichem Futter sowie aus dem Turnover von Darmzellen. *Lactobacillus* sp., Stamm 11201, eine apathogene Bakterienart, die natürlicherweise im Darm vorkommt, ist für die Skatolbildung verantwortlich (DESLANDES et al., 2001). Im Darm gebildetes Skatol wird

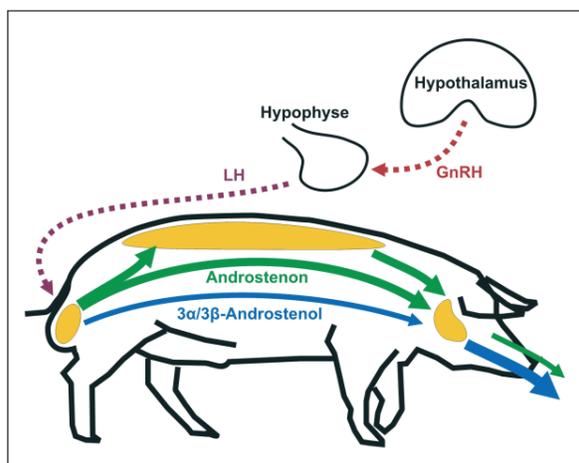


Abb. 1: Regulation, Synthese, Verteilung und Ausscheidung der Pheromone Androstenon und Androstenol beim Eber (modifiziert nach CLAUS, 1994).



entweder ausgeschieden oder resorbiert und primär in der Leber metabolisiert (JENSEN et al., 1995). Die Halbwertszeit im Blut beträgt nur eine Stunde (AGERGAARD u. LAUE, 1993). Skatol reichert sich in der Leber, in der Niere und im Fettgewebe an. Zwischen dem im Darm produzierten Skatol und den Skatol-Konzentrationen in Blut, Leber und Fettgewebe bestehen nach BORG JENSEN u. JENSEN (1993) eindeutige Korrelationen, HANSEN et al. (1994) konnten jedoch keine Korrelation zwischen dem Skatolgehalt im Fett und jenem im Kot nachweisen. Über die dünne Bauchhaut kann Skatol auch aus Exkrementen in der Umgebung resorbiert werden. FRIIS (1993) zeigte, daß radioaktiv markiertes Skatol, das auf den Bauch von Schweinen aufgebracht wird, zu ca. 40 % resorbiert wird. Broiler mit direktem Kontakt zu Schweinemist wiesen signifikant höhere Skatolgehalte im Abdominalfett auf als solche ohne direkten Kontakt (HANSEN et al., 1999); die Autoren diskutieren auch die Möglichkeit der Inhalation von gasförmigem Skatol über die Lungen. WALSTRA et al. (1999) stellten in der bereits genannten internationalen Studie fest, daß 15 % der unkastrierten männlichen Tiere aus 6 europäischen Ländern Skatolgehalte über 0,2 ppm aufwiesen, mehr als 10 % hatten Gehalte über 0,25 ppm, wobei große Unterschiede zwischen den Ländern bestanden. In den Niederlanden und Spanien wiesen etwa 20 % der Schlachtkörper eine Skatolkonzentration über 0,25 ppm auf, in Dänemark dagegen weniger als 2 %.

Wahrnehmung von Ebergeruch

Die Beteiligung von Androstenon und Skatol am Ebergeruch wurde in zahlreichen Studien untersucht und wird bei BONNEAU (1998) zusammenfassend dargestellt. Die Korrelationskoeffizienten zwischen den Androstenon- und Skatolgehalten im Fett und der Intensität des Ebergeruchs, geschätzt durch Labortestgruppen, liegen zwischen 0,4 und 0,8. Es wurden Grenzwerte zwischen beeinträchtigten und nicht beeinträchtigten Proben vorgeschlagen. Diese liegen für Skatol bei 0,2 beziehungsweise bei 0,25 ppm. Die Grenzwerte für Androstenon liegen zwischen 0,5 und 1 ppm, wobei sich der niedrige Wert global durchgesetzt hat. Hinsichtlich der Gewichtung von Androstenon und Skatol bezüglich des Zustandekommens von Ebergeruch sind die Ergebnisse verschiedener Studien uneinheitlich, was auf Unterschiede in den verwendeten Tiergruppen und in der Untersuchungsmethode zurückgeführt werden kann.

Bei Studien auf Konsumentenebene ist zu berücksichtigen, daß Verzehrsgewohnheiten eine Rolle spielen, diese aber zwischen den Ländern variieren. BONNEAU u. SQUIRES (2000) erwähnen in einer Übersichtsarbeit, daß bezüglich Geruch Skatol stärker als Androstenon zum Anteil der Konsumenten, die mit Eberfleisch unzufrieden sind, beiträgt. Bezüglich Geschmack haben Skatol und Androstenon einen ähnlichen Einfluß, der additiv ist. Der stärkere Effekt von Skatol auf den Geruch kann damit zusammenhängen, daß ein hoher Bevölkerungsanteil (15-30 %, abhängig von Geschlecht und geographischer Region) unfähig ist, Androstenon geruchlich wahrzunehmen, während für Skatol eine Anosmie nicht festgestellt werden konnte.

Ersatzmethoden zur chirurgischen Kastration

Alternativmethoden zur chirurgischen Kastration von männlichen Schweinen müssen sowohl dem Aspekt des Tierschutzes Rechnung tragen als auch die Verbrauchererwartung nach sensorisch einwandfreiem Schweinefleisch erfüllen. Für die erfolgreiche Umsetzung in die Praxis sind zudem ökonomische und produktionstechnische Faktoren entscheidend. Vor diesem Hintergrund werden die zwei wichtigsten Ersatzmethoden zur chirurgischen Kastration, nämlich Ebermast und Immunkastration, anhand der wissenschaftlichen Literatur dargestellt und diskutiert. Daneben werden zurzeit weitere Methoden entwickelt, von denen jedoch nicht angenommen werden kann, daß sie in absehbarer Zeit Praxisreife erlangen werden. Zu den dabei verfolgten Strategien zählen die Vermeidung der Entstehung männlicher Nachkommen, genetische Manipulation und pharmakologische Beeinflussung der Androstenonsynthese. Eine gezielte Beeinflussung des Geschlechts der Ferkel kann durch „Sperma-sexing“ erreicht werden. Die derzeit zur Verfügung stehende Technologie trennt die Spermien nach einem Färbeschritt in einem Flow-Cytometer/Sorter anhand des unterschiedlichen DNA-Gehalts. Während das Verfahren in der Rinderzucht bereits mit einer Sortiergenauigkeit von ca. 90 % kommerziell eingesetzt wird, stößt es wegen der in der Ferkelproduktion notwendigen höheren Inseminationsdosen an technische Grenzen (SEIDEL, 2003). Eine andere, von BLECHER et al. (1999) aufgezeigte Strategie verfolgt die Erzeugung monoklonaler Antikörper gegen Oberflächenproteine, die für Y-Spermien spezifisch sind. Die Ausschaltung der Androstenonsynthese kann durch die Erzeugung von Knock-Out-Schweinen, denen bestimmte Enzyme der Androstenon-Synthese-Kette fehlen, erreicht werden. Ebenso wird die pharmakologische Supprimierung dieses Enzymsystems durch spezifische Inhibitoren, die mit dem Futter verabreicht werden können, untersucht (STAERK, 2002).

Ebermast

Die Mast von intakten Ebern ist aus Sicht des Tierschutzes die am wenigsten umstrittene Methode, weil auf die Kastration vollständig verzichtet wird und dem Tier keine unnötigen Schmerzen, Leiden und Schäden zugefügt werden. Gleichzeitig ist die Ebermast das komplexeste und am schwierigsten in die Praxis umzusetzende Verfahren. Im Gegensatz zu Verfahren mit Kastration männlicher Ferkel muß es hierbei gelingen, Schweinefleisch ohne wahrnehmbaren Ebergeruch mit geschlechtsreifen Ebern (und fortbestehender Androstenon-Synthese) zu erzeugen. Die Ausprägung des Ebergeruches wird von vielen Faktoren beeinflusst. Eine erfolgreiche Ebermast erfordert deshalb Anpassungen des bisher üblichen Produktionsverfahrens auf mehreren Stufen.

Haltung und Management

Ebermast wird in Europa derzeit vor allem im Vereinigten Königreich, in Irland, Spanien und Portugal praktiziert (BONNEAU, 1998), in den beiden letztgenannten Ländern jedoch nur teilweise. In Ländern mit einem erheblichen Ebermast-Anteil wird dem Problem des Eber-



geruchs durch die Anpassung der Produktionssysteme Rechnung getragen. Ein wesentliches Merkmal ist dabei die im europäischen Vergleich niedrige Schlachtkörpermasse, die mit Ausnahme von Spanien etwa 70 kg beträgt (Tab. 1). Im Gegensatz dazu werden in Österreich, Deutschland oder den Benelux-Staaten mittlere Schlachtkörpermassen von mehr als 90 kg erzielt. Mit der Schlachtkörpermasse verändert sich auch der Anteil der Eber, bei denen die Androstenon- bzw. Skatolgrenzwerte überschritten werden bzw. der Anteil der Eber, bei denen es zu Geruchsabweichungen kommt. In einer Untersuchung von HERZOG et al. (1993) wurde bei Ebern mit einer Lebendmasse von 95 kg in 21 %, bei einer Lebendmasse von 115 kg in 49 % der Fälle der Androstenongrenzwert von 0,5 ppm überschritten. Bezüglich der Skatolkonzentrationen kamen bei den Tieren mit 95 kg Lebendmasse Grenzwertüberschreitungen kaum vor, bei den Tieren mit 115 kg Lebendmasse in 11 % der Fälle. Laut FISCHER u. WEILER (1993) wird bei Ebern mit 95 kg Lebendmasse je nach Probenmaterial und Zubereitungstechnik von androstenonsensiblen Personen erheblicher oder starker Androstenongeruch mit einer Häufigkeit von 45-62 %, bei Ebern mit 115 kg Lebendmasse mit einer Häufigkeit von 58-69 % wahrgenommen.

Neben der Schlachtkörpermasse bzw. dem Schlachtalter kommt der Zusammensetzung der Mastgruppen eine wichtige Bedeutung für die Ausprägung des Ebergeruchs zu. Der Kontakt mit weiblichen Schweinen führt tendenziell zu geringeren Skatolgehalten (ANDERSSON et al., 1997). Die Anwesenheit von östrischen Sauen stimuliert über gesteigertes Sexualverhalten den Eintritt der Geschlechtsreife und erhöht den Androstenongehalt bei Ebern (GIERSING et al., 2000). Dagegen berichten mehrere Autoren (ALLEN et al., 1997; WALKER, 1978), daß die Haltung von reinen Ebergruppen oder gemischtgeschlechtlichen Gruppen keinen Einfluß auf den Anteil an Schlachtkörpern mit Ebergeruch hatte. GIERSING et al. (2000) stellten in Untersuchungen mit gemischten Gruppen von weiblichen und unkastrierten männlichen Mastschweinen eine positive Korrelation zwischen dem

sozialen Rang der männlichen Tiere und der Konzentration von Androstenon, Testosteron und Skatol im Plasma fest. Gewonnene kämpferische Auseinandersetzungen führen zu einem erhöhten Androstenongehalt. Eber mit hohem Androstenongehalt im Plasma haben jedoch keine suppressive Wirkung auf die Pheromonbildung der männlichen Buchtgenossen. Die Größe der Bulbourethraldrüsen und der Glandula submaxillaris sind sehr gute Indikatoren für den Androstenongehalt (GIERSING et al., 2000).

ANDERSSON et al. (1998) zeigten auf, daß künstliche Lichtregimes die männliche Geschlechtsentwicklung und die Entwicklung der Faktoren, die für Ebergeruch verantwortlich sind, beeinflussen können. Kurze Tage stimulieren die Pubertät, lange Tage verzögern die Sexualentwicklung und reduzieren den Geschlechtsgeruch. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von ZAMARATSKAIA et al. (2004), die berichten, daß weder der Androstenon- noch der Skatolgehalt im Plasma von der Tageslichtlänge abhängig sind.

Neben den Lichtverhältnissen scheinen auch die hygienischen Bedingungen den Skatolgehalt deutlich zu beeinflussen: HANSEN et al. (1994) fanden signifikant höhere Skatolgehalte im Rückenfett von Schweinen, die in der letzten Woche vor der Schlachtung „schmutzig“ gehalten wurden (0,6 m²/Tier, kein Entfernen der Exkrememente) verglichen mit solchen aus sauberen Buchten (1,2 m²/Tier, regelmäßiges Entmisten). Unabhängig von den Haltungsbedingungen waren die Skatolwerte im Rückenfett unter Sommerbedingungen (≥ 22 °C) höher als unter Winterbedingungen (ca. 17 °C) und bei unkastrierten Ebern höher als bei weiblichen Tieren. Interessanterweise hatten die Variablen Haltung, Geschlecht und Stalltemperatur jedoch keinen Einfluß auf den Skatolgehalt im Kot. Die Autoren vermuten deshalb, daß bei hohen Stalltemperaturen vermehrt Skatol im ausgeschiedenen Kot gebildet wird, insbesondere wenn dieser mit Harn vermischt ist. Das Kot-Harn-Gemisch wird dann teilweise über die Haut und/oder gasförmig über die Lungen resorbiert. HANSEN et al. (1994) schlußfolgern, daß es innerhalb von nur einer

Tab. 1: Schweinebestand und -erzeugung in Europa 2001 (Quelle: FAO)

Staat	Bestand in 1.000	Schlachtungen in 1.000	Pro-Kopf-Verbrauch in kg	Mittlere Schlachtkörper- masse in kg
Dänemark	12.608	21.874	70,3	78,4
Deutschland	25.767	44.032	52,4	92,5
Frankreich	15.382	26.473	37,8	87,5
Irland	1.732	3.275	40,1	72,8
Italien	8.329	13.153	42,5	114,8
Niederlande	13.073	15.701	48,6	92,9
Österreich	3.427	5.164	71,4	94,7
Portugal	2.338	4.830	41,9	71,0
Spanien	22.149	36.264	66,5	82,5
Vereinigtes Königreich	5.845	10.628	25,4	73,1
EU-15	122.087	200.301	-	-
Norwegen	392	1.330	24,2	81,8
Schweiz	1.548	2.765	34,4	84,8



Woche vor der Schlachtung möglich ist, die Skatolkonzentration im Rückenfett durch Sauberkeit der Bucht zu verändern. KJELDEN (1993) stellte fest, daß Futterrestriktion für 48 Stunden und Einstellung der Fütterung 12 Stunden vor der Schlachtung sowie unbeschränkter Zugang zu Trinkwasser zu einer Reduktion des Fett-Skatolgehaltes führen. Dagegen berichten ANDERSSON et al. (1997), daß Futterentzug am Abend vor der Schlachtung und das Angebot von Auslauf keinen eindeutigen Einfluß auf den Skatolgehalt hatten.

Haltungsfaktoren wirken sich nicht nur auf die Ausprägung des Ebergeruchs, sondern auch auf das Sozialverhalten und das Wohlbefinden der Schweine aus. Aus der britischen Tierhaltungspraxis wird berichtet, daß es bei der gemeinsamen Haltung von geschlechtsreifen weiblichen und männlichen Mastschweinen zu einer massiven Beeinträchtigung des Wohlbefindens der Sauen durch ihre geschlechtsaktiven männlichen Buchtgenossen kommen kann. Zudem werden gelegentlich trächtige Mastschweine am Schlachtband festgestellt (LEEB, 2003). Bei Ebern kommt es während der Vorbereitung zur Schlachtung häufiger zu Kämpfen und Aufreiten und in der Folge vermehrt zu Hautverletzungen, größeren Schlachtkörperschäden und der Entwicklung von DFD-Fleisch (BABOL u. SQUIRES, 1995). Deshalb müssen der Wartebereich und die Zutriebswege zur Betäubungsabteilung tiergerecht und arbeitswirtschaftlich sinnvoll gestaltet sein, das Mischen von einander unbekanntem Schweinen vermieden werden und der Umgang mit den Tieren schonend und streßfrei erfolgen.

Fütterung

Steht den Dickdarm-Bakterien ausreichend Energie zur Verfügung, wird Tryptophan in hohem Maße für die Bakterienvermehrung verbraucht und nicht zu Skatol abgebaut. Deshalb können Futtermittel mit einem hohen Rohfaseranteil zur Reduktion der Skatolbildung und -ablagerung im Körper führen (AGERGAARD et al., 1995; CLAUS et al., 1994). Andererseits hemmen Rohstärken, welche im Darm zu Butyrat fermentiert werden, die epitheliale Apoptose im Kolon, sodaß weniger Tryptophan für die mikrobielle Skatolbildung zur Verfügung steht. CLAUS et al. (2003) konnten mit Kartoffelstärke als Hauptkohlenhydratlieferant in der Ration den Skatolgehalt in Kot, Blut und Fettgewebe

signifikant reduzieren.

Dagegen stellten OECKEL et al. (1998) keinen Einfluß eines erhöhten Rohfasergehalts in der Ration auf den Skatolgehalt oder die Ausprägung des Ebergeruchs bei unkastrierten männlichen Schweinen fest. Auch WISEMAN et al. (1999) erzielten durch den Einsatz verschiedener Faserstoffe (Stroh, Rübenschnitte) keine Reduktion des Skatol- oder Indolgehalts im Rückenspeck. Rationen mit einem hohen Erbsenanteil erhöhten den Skatolgehalt im Schlachtkörper (LUNDSTRÖM et al., 1994).

ANDERSSON et al. (1997) konnten nachweisen, daß der Skatolgehalt im Rückenspeck bei Flüssigfütterung mit Molke gegenüber Trockenfütterung reduziert ist, nicht aber bei Flüssigfütterung mit Wasser. Eine Beeinflussung der intestinalen Mikroflora durch Zugabe von Zink-Bacitracin zu einem fermentierten Flüssigfutter reduzierte den Skatolgehalt im Rückenspeck von Mastschweinen, Geruch und Geschmack des Eberfleisches wurden dagegen nicht beeinflusst (HANSEN et al., 2000).

ENDER et al. (1994) untersuchten die Wirkung von *Yucca schidigera*-Extrakt (De-Odorase) auf den Skatolgehalt im Fett von kastrierten und unkastrierten männlichen Schweinen. Durch die Skatol-bindende Wirkung der De-Odorase im Dickdarm wurde der Skatolgehalt um 0,06 µg/g Fettgewebe (27 %) reduziert; der Unterschied zwischen unkastrierten und kastrierten Schweinen war gering.

Eber zeichnen sich im Vergleich zu Kastraten durch eine bessere Futtermittelverwertung aus (Tab. 2). Hingegen nehmen Eber nicht so viel Futter wie Kastraten auf. Schon ab dem Alter von 23 Wochen wirkt sich dies in einer geringeren Körpermasse von Ebern aus (DUNSHEA et al., 2001). Auf Grund der besseren Stickstoff-Retention von Ebern ist der Stickstoffausstoß über den Dünger gegenüber Kastraten deutlich reduziert (BONNEAU u. SQUIRES, 2000).

Genetischer Hintergrund

Das Problem Ebergeruch wird auch auf der züchterischen und genetischen Ebene intensiv untersucht. Es ist bekannt, daß einzelne Eber ein geringes Potential zur Androstenonbildung haben, andere wiederum zeigen einen verzögerten Eintritt der Geschlechtsreife. Diese beiden genetisch determinierten Mechanismen beeinflussen

Tab. 2: Literaturangaben zu Futtermittelverwertung und Magerfleischanteil bei der Mast intakter bzw. kastrierter Eber

Quelle	Futtermittelverwertung (kg/kg Zuwachs)			Magerfleischanteil (%)		
	Eber	Kastrat	Δ	Eber	Kastrat	Δ
ROTH, 1993 (2 Versuche)	2,61	2,96	- 0,35	58,6	52,9	+ 5,7
	2,33	2,57	- 0,24	61,7	55,9	+ 5,8
BONNEAU et al., 1994	2,56	2,86	- 0,30	56,8	54,9	+ 1,9
NEUPERT et al., 1995	2,52	2,97	- 0,47	54,5	52,5	+ 2,0
OECKEL et al., 1996	2,98 ¹	3,25	- 0,27	59,0	55,0	+ 4,0
	2,91 ²	3,04	- 0,13	60,0	55,0	+ 5,0
NADEJE et al., 2000	2,93	3,22	- 0,29	k.A.		
Mittel			- 0,29			+ 4,1

¹ Belgische Landrasse; ² Hybridschwein; k.A. = keine Angaben



die unterschiedlichen Androstenonkonzentrationen zum Zeitpunkt der Schlachtung. In einer an unkastrierten Ebern aus 6 europäischen Ländern durchgeführten Untersuchung zeigte sich folgende Verteilung der Androstenongehalte: $\leq 0,2$ ppm: 7 %; 0,2-0,5 ppm: 24 %; 0,6-1,0 ppm: 28 %; 1,1-2,0 ppm: 22 %; 2,1-5,0 ppm: 14 %; $>5,0$ ppm: 5 % (WALSTRA et al., 1999). Der Androstenongehalt variiert auch stark zwischen Rassen, wobei Duroc bedeutend höhere Werte aufweist als Yorkshire, Landrasse und Hampshire (SQUIRES u. LOU, 1995); Large White zeigt höhere Gehalte als Landrasse (WILLEKE, 1993). Angaben zur Heritabilität des Androstenongehaltes im Fett liegen zwischen 0,25 und 0,87 (WILLEKE, 1993). BIDANEL et al. (1997) vermuten einen signifikanten Effekt verschiedener Haplotypen des Swine Lymphocyte Antigen (SLA) und des Mikrosatelliten-Markers S0102 auf den Androstenongehalt im Fett. Nach dem Modell von FOUILLOUX et al. (1997) wird der Androstenongehalt im Fett durch ein „major-two-allele gene“ bestimmt, wobei das „low androstenone“ Allel gegenüber dem „high androstenone“ Allel dominant ist. DAVIS u. SQUIRES (1999) stellten fest, daß die Androstenon-Synthese eng mit dem Gehalt an Cytochrom b5 mit niedrigem Molekulargewicht im Hoden korreliert ist. Diese Erkenntnisse ermöglichen die Entwicklung genetischer Marker, welche in Zukunft in Zuchtprogrammen zur Reduktion des Ebergeruchs eingesetzt werden könnten. Mit hoher Wahrscheinlichkeit führt eine Selektion gegen Androstenon jedoch auch zu einer Reduktion der Produktion von Androgenen und Östrogenen, weil die Regelsysteme der Synthese dieser Hormone nahezu identisch sind. Folglich sind unerwünschte Nebenwirkungen einer derartigen Selektion auf die biologische Leistung und den Eintritt der Geschlechtsreife zu erwarten.

Auch die Fähigkeit der Schweine, aus Darm und Umwelt resorbiertes Skatol in der Leber zu metabolisieren und auszuscheiden, ist individuell unterschiedlich ausgeprägt. LUNDSTRÖM et al. (1994) führen Unterschiede im Skatolgehalt zwischen Ebern zweier Selektionslinien auf eine Wechselwirkung zwischen Futterzusammensetzung und genetischen Einflüssen zurück. Die Resultate deuten darauf hin, daß für die Skatoldeposition ein rezessives Gen verantwortlich ist, das seine Wirkung besonders bei niedrigem Proteingehalt im Futter entfaltet. HANSEN et al. (1994) vermuten, daß ungünstige Haltungsbedingungen wie große Gruppen und hohe Umgebungstemperaturen zur Genexpression führen. Nach BABOL et al. (2004)

ist der Anteil von Ebern mit einer hohen Plasma-Skatol-Konzentration ($>12,6$ mg/l Blutplasma) bei der Rasse Duroc am höchsten (61,1 %), gefolgt von Landrasse (31,6 %), Yorkshire (25,5 %) und Hampshire (20,3 %). Zur Zeit fehlen genetische Marker, die eine Selektion gegen Skatol erlauben würden. Züchterische Maßnahmen, die lediglich den Abbau von Skatol in der Leber beschleunigen können, sind vorerst von untergeordneter Bedeutung. Das Hauptaugenmerk muß ohnehin darauf ausgerichtet sein, die Bildung und Resorption von Skatol über Fütterung, Haltung und Management zu reduzieren.

Zusammenfassend werden die in der Literatur beschriebenen Einflußfaktoren auf die wichtigsten Ebergeruchs-Komponenten in Tab. 3 dargestellt.

Auswirkungen auf den Schlachtkörper

Bezüglich des Anteils der Teilstücke am Schlachtkörper konnten DOBROWOLSKI et al. (1993) für die Schinkenregion und den Kotelettbereich kaum Unterschiede zwischen Ebern und Kastraten feststellen, der Bug-Kambereich war bei Ebern jedoch stärker und der Bauchbereich schwächer ausgeprägt. Hinsichtlich der Gewebeanteile wiesen Eber mehr Muskelfleisch (ca. 6 %) und weniger Fett (ca. 8 %) auf, diese Verschiebung war in den einzelnen Teilstücken unterschiedlich ausgeprägt. Im Kotelett war die Veränderung relativ gering, während im Bauchbereich eine verhältnismäßig starke Zunahme des Muskel- und eine starke Abnahme des Fettanteils zu beobachten war. Die Autoren folgern, daß für die Handelsklasseneinstufung der Eber eine eigene Schätzformel berechnet und angewendet werden müßte. Eberfleisch kann aufgrund des geringeren intramuskulären Fettgehaltes weniger zart sein als Fleisch von Kastraten (BARTON-GADE, 1987). Ebenso kann der Anteil von DFD-Fleisch in Abhängigkeit von den Bedingungen vor der Schlachtung höher sein (ELLIS et al., 1983).

Ebergeruch kann durch vorbeugende Maßnahmen wie entsprechende Haltung, Fütterung, Zuchtwahl und Reduktion des Mastendgewichtes nicht sicher verhindert werden. Bei Verwendung von unkastrierten Ebern für die Schweinefleischproduktion muß deshalb eine zusätzliche Qualitätskontrolle nach der Schlachtung erfolgen. Für die Sortierung der Schlachtkörper an der Schlachtlinie ist eine schnelle und verlässliche Methode erforderlich. Die sensorische Untersuchung des Schlachtkörpers bzw. der davon entnommenen Proben auf Ebergeruch unterliegt subjektiven Einflüssen und dürfte außerdem bei größeren

Tab. 3: Einfluß verschiedener Faktoren auf Skatol und Androstenon (modifiziert nach STOLL, 2003)

Einflußfaktor	Androstenon	Skatol
Geschlechtsreife	+++	++
Rasse	++	++
Zuchtwahl	+++	+++
Alter, Körpermasse	+++	++
Saison	++	++
Rang	+	+
Stallhygiene	-	+++
Futter	+	+++

- Einfluß nicht meßbar; + geringgradig; ++ mittelgradig; +++hochgradig



Schlachtkörperzahlen Schwierigkeiten bereiten. Bezüglich der meßtechnischen Erfassung geruchsbelasteter Schlachtkörper besteht das Problem, daß der Ebergeruch auf mehrere Substanzen mit variabler Gewichtung zurückzuführen ist.

Zur Bestimmung von Androstenon und Skatol in den Schlachtkörpern können immunologische, chromatographische und colorimetrische Methoden eingesetzt werden (Übersicht bei BONNEAU u. SQUIRES, 2000). Verschiedene Nachteile wie Erfassung nur einer der am Ebergeruch beteiligten Komponenten, komplizierte Extraktionsprozesse, teure Ausrüstung und zeitaufwendiger Ablauf schränken die Verwendung der genannten Methoden an der Schlachtlinie ein. Eine vielversprechende und zurzeit von mehreren Arbeitsgruppen untersuchte Möglichkeit ist die direkte Detektion der Ebergeruchskomponenten an der Schlachtlinie mit Hilfe von Sonden. Dabei können Immunosensoren, elektronische und chemische Sensoren eingesetzt werden. Die Detektion von Fleisch mit Ebergeruch mittels einer „elektronischen Nase“ wird z.B. von ANNOR-FREMPONG et al. (1998) beschrieben.

Aus rechtlicher Sicht ist in Bezug auf Eberschlachtkörper die in der Richtlinie 64/433/EWG idF 91/497/EWG und gemäß § 35 Abs. 1 Zi. 3 des Fleischuntersuchungsgesetzes, BGBl. Nr. 522/1982 idF BGBl. I Nr. 143/2003, vorgesehene Kennzeichnungspflicht zu beachten. Nach der zuletzt genannten Bestimmung ist das Fleisch von nicht kastrierten männlichen Schweinen mit mehr als 80 kg Tierkörpermasse - sofern keine Untauglichkeit vorliegt - durch zwei parallele Linien im Stempelabdruck als Eberfleisch zu kennzeichnen und darf nur in verarbeiteter Form an Verbraucher abgegeben werden.

Ökonomische Bewertung

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht weist die Mast intakter Eber Vorteile durch den Verzicht auf die Kastration und das Ausbleiben von postoperativen Tierverlusten und Leistungseinbußen, einen geringeren Futterverbrauch (ANDERSSON et al., 1997; WALSTRA u. VERMEER, 1993) sowie einen höheren Magerfleischanteil der

Schlachtkörper auf (Tab. 2). Schätzungen gehen von einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit um bis zu 30 % aus (LANGE u. SQUIRES, 1995). Dem steht gegenüber, daß Eber weniger Futter aufnehmen und deswegen länger gemästet werden müssen, um eine bestimmte Mastendmasse zu erreichen.

Im folgenden werden Modellrechnungen in Anlehnung an OMELKO u. SCHNEEBERGER (2002) für die Ebermast sowie die konventionelle Mast bei verschiedenen Verfahren zur Schmerzausschaltung bei der Kastration (siehe 1. Mitteilung; BINDER et al., 2004) vorgestellt (Tab. 4). Das Verfahren der Immunkastration (siehe nächsten Abschnitt) wurde nicht berücksichtigt, da bisher keine geeigneten Präparate in der EU zugelassen sind.

Der Deckungsbeitrag I stellt den jährlichen Leistungen aus der Mast (von Schlachtkörpermasse und Magerfleischanteil abhängiger Verkaufserlös) die jährlichen variablen Kosten (hier vor allem Ferkelkosten in Abhängigkeit vom Kastrationsverfahren und Futterkosten) gegenüber. Veränderungen in der variablen Kostenstruktur bei sonst gleichen Produktionsbedingungen werden damit am besten deutlich. Gegenüber der Standarderzeugung verringert sich der Deckungsbeitrag I bei Lokalanästhesie um etwa 2 Euro. Die zusätzlichen Kosten ergeben sich vor allem aus einem erhöhten Zeitaufwand für die Kastration und der Tatsache, daß die Abgabe von Lokalanästhetika an Tierhalter nicht zulässig ist; die Medikamentenkosten sind gering (GUTZWILLER, 2003). Die wesentlich aufwändigere, ebenfalls nur vom Tierarzt durchzuführende Inhalationsnarkose verursacht zusätzliche Arbeits- und Materialkosten, die den Deckungsbeitrag um weitere 3 Euro reduzieren.

Die Berechnungen für die Ebermast gehen davon aus, daß alle Eber bei Einhaltung einer Tierkörpermasse von 80 kg ohne Beschränkungen in den Verkehr gebracht werden können und eine nach Geschlechtern getrennte Aufstallung erfolgt, um höhere Tierkörpermassen bei den weiblichen Tieren zu ermöglichen. Bei diesem Erzeugungssystem wird der höchste Deckungsbeitrag erzielt. Die Kalkulationen zur Ebermast beruhen jedoch auf der Annahme,

Tab. 4: Deckungsbeitrag I je Mastschwein in EUR (Außenklimastall/Festmistsystem/Einstallen auf Endmast) (in Anlehnung an OMELKO u. SCHNEEBERGER, 2002)

	Standarderzeugung (50 % Kastraten, 50 % Sauen)	dito, Kastration mit Lokalanästhesie (Tierarzt) ¹	dito, Kastration unter Inhalationsnarkose (Tierarzt) ¹	Ebermast (50 %), getrennte Aufstallung
Mastschweineerlös	131,20 ²	131,20 ²	131,20 ²	126,90 ³
Ferkelkosten	60,00	62,00	64,85	59,50
Ferkelverluste 2 %	1,20	1,24	1,30	1,19
Futterkosten	42,10 ⁴	42,10 ⁴	42,10 ⁴	36,30 ⁵
Tiergesundheit/ Energie/Einstreuen/ Entmisten/Wasser	3,60	3,60	3,60	3,60
Deckungsbeitrag I	24,30	22,26	19,35	26,31

¹Angaben zu Arbeitszeitbedarf/Kosten der Kastration unter Schmerzausschaltung in GUTZWILLER, 2003; HOLZNER, 2002

²Mastendmasse 110 kg, Schlachtkörpermasse 93 kg, durchschnittlicher MFA: 58,5 %; gemischtgeschlechtliche Aufstallung; ³Schlachtkörpermasse Eber 80 kg, Schlachtkörpermasse Sauen 93 kg, durchschnittlicher MFA: 60,5 %; ⁴Futterverwertung 1:3,1; ⁵mittlere Futterverwertung 1:2,95



daß sich Abnahme und Vermarktung von Eberfleisch problemlos gestalten. Unsicherheitsfaktoren stellen in diesem Zusammenhang die oben beschriebenen potentiellen Fleischqualitätsmängel (Ebergeruch, zu magere Schlachtkörper, geringer intramuskulärer Fettgehalt) dar (BONNEAU, 1998; NADEJE et al., 2000).

Immunkastration

Die Immunkastration männlicher Schweine kann durch aktive Immunisierung gegen das im Hypothalamus gebildete Peptid GnRH erreicht werden. Durch die Neutralisation von GnRH kommt es zur Unterbrechung der Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse, und nach Wegfall des endokrinen Stimulus wird die Produktion von Sexualsteroiden eingestellt. Das derzeit effektivste Immunogen ist ein synthetisches Analogon des Dekapeptids GnRH, das sich in nur einer Aminosäure von seinem natürlichen Vorbild unterscheidet. Es wird als Dimer entweder an ein Trägerprotein oder als Lipo-Thioester an Palmitinsäure gebunden (BEEKMAN et al., 1999). Dank der guten immunogenen Eigenschaften können relativ gut verträgliche Adjuvantien wie z.B. Specol eingesetzt werden. Es besteht keine Notwendigkeit auf das lokal stark reizende „Komplette Freund'sche Adjuvans“ zurückzugreifen (OONK et al., 1998; ZENG et al., 2002b). Die pro Vakzination eingesetzte GnRH-Menge liegt zwischen 50 und 250 µg, wobei optimale Antikörpertiter mit Dosierungen zwischen 62,5 µg und 125 µg erreicht werden (ZENG et al., 2002a). Eine in Australien entwickelte und ausschließlich in Australien und Neuseeland erhältliche GnRH-Vakzine für Schweine (Improvac®, CSL Animal Health, Melbourne) besteht aus einem synthetischen GnRH-Analogon gekoppelt an ein Trägerprotein in einem wasserlöslichen Adjuvans. Die Impfdosis von 2 ml kann intramuskulär oder subkutan verabreicht werden. Die Immunisierung wird zweimal im Abstand von wenigstens 4 Wochen durchgeführt, die Erstimmunisierung kann ab der 10. Woche vorgenommen werden. Eine Boosterimmunisierung ist mindestens 4 Wochen vor dem geplanten Schlachtermin durchzuführen (DUNSHEA et al., 2001). Für das Präparat Improvac® werden bei einem Schlachalter von 26 Wochen die 17./18. bzw. 21./22. Lebenswoche als Impftermine empfohlen. Der Preis für den Impfstoff wird pro immunisiertem Tier mit AUD 3,70-4,00 (Euro 2,25-2,43) angegeben. Eine Zulassung von Improvac® für den europäischen Raum wird überlegt (HENNESY, 2004).

Wirkung der Immunkastration

Ein deutlicher Anstieg des Antikörpertiters ist erst nach der zweiten Immunisierung nachweisbar. Der Titer steigt bis 3 Wochen nach der Boosterimmunisierung an und sinkt in den folgenden Wochen langsam ab. Die Anzahl der nicht ausreichend auf die Immunisierung reagierenden Tiere beträgt bis zu 5 % (ZENG et al., 2002b). Die Wirkung der Immunkastration läßt mit sinkendem Antikörpertiter nach. In Bezug auf Mastschweine ist ein Abklingen der Wirkung vor Erreichen der Schlachtreife nicht zu befürchten. Die Größenentwicklung der Hoden ist nach der ersten Immunisierung unverändert. Nach der Boosterimmunisierung kommt es jedoch zu einer fortschreitenden Reduktion des Hodenvolumens (METZ et al., 2002). Immunkastrierte Tiere weisen zum Schlachzeitpunkt im Vergleich zu Ebern deutlich geringeres Hodengewicht (9 % der Vergleichs-

gruppe), geringere Hodenlänge und -breite auf (ZENG et al., 2002b). Die Testosteronkonzentration im Plasma ist bereits durch die erste Immunisierung im Herdendurchschnitt signifikant geringer als jene von geschlechtsintakten Ebern. Nach der Boosterimmunisierung sinkt der Testosteronspiegel unter 0,14 pmol/ml. Dieser Effekt tritt auch bei Individuen ein, bei denen die erste Immunisierung keinen Effekt auf die Testosteronkonzentration hatte (METZ et al., 2002).

Die Androstenonkonzentration im Rückenspeck von immunkastrierten Ebern unterschreitet regelmäßig die als Wahrnehmungsgrenze angesehene Schwelle von 0,5 ppm Androstenon. Die meisten Tiere überschreiten zum Schlachzeitpunkt die Nachweisgrenze der verwendeten Tests für Androstenon (0,04 ppm) nicht. Obwohl die Mehrzahl der Tiere schon nach der ersten Immunisierung eine ausreichend niedrige Androstenonkonzentration (<0,5 ppm) aufweisen, wird bei einigen Tieren dieser Effekt erst nach der Boosterimmunisierung erzielt (METZ et al., 2002). DUNSHEA et al. (2001) geben an, daß 3 % der immunkastrierten Tiere >0,5 ppm Androstenon aufwiesen, keines jedoch >1 ppm. Skatolgehalte von >0,2 ppm wurden nur in 1 % der immunkastrierten Tiere nachgewiesen. Keines der immunkastrierten Tiere überschritt gleichzeitig die Grenzwerte für beide Parameter.

Bis zum Einsetzen der Impfwirkung entsprechen immunkastrierte Tiere in Futteraufnahme und -verwertung sowie im Verhalten intakten Ebern, während sie sich nach erfolgter Immunisierung den chirurgisch kastrierten Tieren annähern. Im Gegensatz zur chirurgischen Kastration hat die Immunkastration keinen Einfluß auf die Sekretion von porcinem Somatotropin: Diese liegt bei Immunkastraten gleich wie bei geschlechtsintakten Ebern über dem Niveau chirurgisch kastrierter Tiere. Immunkastrierte Tiere weisen jedoch einen deutlich niedrigeren IGF-1-Gehalt im Plasma auf als intakte Eber (METZ u. CLAUS, 2003).

Wesentlich für das Wachstum eines immunkastrierten Ebers ist der Zeitpunkt der Immunisierung. Erfolgt die Erstimmunisierung relativ früh (9. oder 10. Woche), so unterscheiden sich die immunkastrierten Tiere kaum von chirurgisch kastrierten (METZ et al., 2002, ZENG et al., 2002b). TURKSTRA et al. (2002) konnten nachweisen, daß sich die Gruppe der Immunkastraten in Bezug auf Wachstum und Futtermittelverwertung nicht homogen verhält. Diejenigen Tiere, die schon nach der Erstimmunisierung in der 9. Woche hohe Antikörpertiter aufweisen, entwickeln sich sehr rasch zum „Kastratentyp“, während jene Tiere, die erst nach der Boosterimmunisierung in der 17. Woche mit einer ausgeprägten Immunantwort reagieren, längere Zeit eine bessere Futtermittelverwertung zeigen. Eine bessere Futtermittelverwertung zu Mastbeginn und eine höhere Futteraufnahme gegen Mastende kann dann erzielt werden, wenn die Immunisierung möglichst spät (8 und 4 Wochen vor dem Schlachtermin) vorgenommen wird. Die so behandelten Tiere wachsen in den letzten 4 Wochen schneller als intakte Eber, aber auch schneller als chirurgische Kastraten (DUNSHEA et al., 2001). Als Nachteil der späten Immunisierung ist die erschwerte Erkennung von Non-Respondern zu erwähnen, da die Hodenatrophie um so deutlicher ausgeprägt ist, je früher immunisiert wird.

Das Geschlecht hat einen bedeutenden Einfluß auf die Saugferkelmortalität: Die Wahrscheinlichkeit, vor dem Absetzen zu verenden, ist für männliche Ferkel 1,52 mal



höher als für weibliche Tiere (ROEHE u. KALM, 2000). Die auf die chirurgische Kastration zurückzuführenden Saugferkelverluste fallen bei der Immunkastration weg. Verletzungen, die zum Zeitpunkt der Schlachtung auf kämpferische Auseinandersetzungen der Tiere schließen lassen, werden bei chirurgisch kastrierten Tieren kaum registriert. Bei intakten Ebern traten derartige Verletzungen mehr als 6 Mal häufiger auf als bei immunkastrierten Tieren (DUNSHEA et al., 2001). Bis zum Zeitpunkt der Immunisierung sind die intakten Eber aktiver und zeigen mehr Sozialverhalten als chirurgisch kastrierte Tiere. Mit einsetzender Wirkung der Immunkastration verhalten sich die Tiere wie ihre chirurgisch kastrierten Artgenossen: Sie zeigen weniger Aktivität und verbringen mehr Zeit mit der Futteraufnahme (CRONIN et al., 2003). Bei der Schlachtung konnten keine Veränderungen an der Impfstelle festgestellt werden (DUNSHEA et al., 2001).

Gesundheitsrisiken für den Menschen

Die mit dem Fleisch in die Nahrungskette gelangenden, gegen GnRH gerichteten Antikörper stellen im Falle des Verzehrs des Fleisches kein Risiko einer Wirkungsentfaltung beim Konsumenten dar. Antikörper werden im Verdauungstrakt enzymatisch abgebaut und gelangen nicht in die Blutbahn. Die Anwendersicherheit ist durch die speziesübergreifende Wirkung einer GnRH-Vakzine für beide Geschlechter gefährdet. Das Risiko besteht neben lokalen Reaktionen auf die Injektion in einer Immunkastration nach den gleichen Wirkmechanismen, wie sie für die Zieltierart gelten. Die australischen Sicherheitsrichtlinien untersagen die Anwendung durch Frauen im gebärfähigen Alter. Um das Risiko einer unbeabsichtigten Injektion zu vermeiden, empfiehlt der Hersteller die Verwendung einer speziellen Impfpistole (Improvac® Vaccinator). Diese ist mit einer verblendeten Injektionskanüle und einem Auslöseschutz ausgestattet.

Ethische Bewertung der dargestellten Verfahren zur Vermeidung des Ebergeruchs

Tierethik, ein mittlerweile auch im deutschsprachigen Raum etablierter Teilbereich der angewandten Ethik (BARANZKE, 2002), befaßt sich mit der Frage, ob bzw. unter welchen Voraussetzungen menschliche Handlungen in Bezug auf Tiere als moralisch gerechtfertigt gelten können und folglich mit den Anforderungen des ethisch motivierten Tierschutzes vereinbar sind.

Eine Bewertung der Ferkelkastration aus diskursethischer Sicht setzt eine begründete Gewichtung und Abwägung aller schützenswerten Interessen voraus. Dabei hängt die ethische Rechtfertigung eines Eingriffs bzw. der Art seiner Durchführung im Wesentlichen davon ab, wie gravierend die mit dem Eingriff verbundenen Nachteile für die betroffenen Tiere sind, ob schonendere Verfahren oder Alternativen zur Verfügung stehen und ob die daraus resultierenden (ökonomischen) Konsequenzen für die betroffenen menschlichen Interessensträger (Tierhalter, Konsumenten) als zumutbar bezeichnet werden können.

Die in der 1. Mitteilung (BINDER et al., 2004) zusammengefaßten Erkenntnisse über die Schmerzhaftigkeit der chirurgischen Kastration ohne Schmerzausschaltung bele-

gen hinreichend, daß den Ferkeln durch diesen Eingriff erhebliche akute und postoperative Schmerzen zugefügt werden. Dieser zweifellos schwerwiegenden Belastung der Tiere stehen ökonomische bzw. arbeitswirtschaftliche Interessen (Erzielung eines möglichst hohen Ertrags auf Produzentenseite, Sicherung eines niedrigen Preisniveaus auf Verbraucherseite) und kulinarische Vorlieben des Menschen gegenüber. Es würde allerdings zu kurz greifen, wollte man die Konsumenteninteressen auf geschmackliche Vorlieben und auf den ökonomischen Aspekt des niedrigen Preisniveaus reduzieren, da davon ausgegangen werden kann, daß die übliche Praxis der Ferkelkastration einem Großteil der (urbanen) Bevölkerung unbekannt ist und - bei Kenntnis der Umstände - bei einem nicht unbeträchtlichen Prozentsatz auf Ablehnung stieße. Unter diesen Aspekten ist eine Änderung der Kastrationspraxis aus ethischer Sicht dringend geboten.

Als Möglichkeit zur Verringerung bzw. Vermeidung der mit der chirurgischen Kastration verbundenen Schmerzen wurden verschiedene Methoden der Schmerzausschaltung (chirurgische Kastration unter Allgemein- bzw. Lokalanästhesie), alternative Methoden (Immunkastration) und der Verzicht auf die Durchführung des Eingriffs (Ebermast) erörtert. Im folgenden wird der Versuch unternommen, diese Methoden bzw. Verfahren hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis zu beurteilen. Diese ist dann zu bejahen, wenn ein Verfahren unter Praxisbedingungen durchführbar ist, mit einem verhältnismäßigen ökonomischen Aufwand verbunden ist, hinreichend zur Linderung bzw. Vermeidung der Schmerzen beiträgt und keine Beeinträchtigung sonstiger Interessen (z.B. Gesundheitsrisiko für Konsumenten) nach sich zieht.

Unter diesen Gesichtspunkten ist die Durchführung der chirurgischen Ferkelkastration unter Allgemeinanästhesie durch Injektionsnarkose (mit Ausnahme der intramuskulär zu verabreichenden Kombinationen Ketamin/ Xylazin und Ketamin/Azaperon) als nicht praxisreif zu bezeichnen. Schon aus der Sicht des Tierschutzes vermag die Injektionsnarkose keine befriedigende Leistung zu erbringen. Als Nachteile sind die unzureichende analgetische Wirkung, insbesondere in der postoperativen Phase, und die Komplikationsgefahr durch längere Nachschlafdauer zu nennen.

Auch das Verfahren der Ebermast ist - bezogen auf ihren Einsatz in Österreich - als nicht unmittelbar umsetzbar zu bezeichnen, da es grundlegende Änderungen in der Fleischproduktionskette voraussetzt; insbesondere ist auch eine praxistaugliche Methode zur Detektion der Ebergeruchskomponenten an der Schlachtlinie erforderlich. Darüber hinaus setzt die Ebermast eine Adaptierung der Verbrauchergewohnheiten voraus. Aus tierethischer Sicht scheint der Verzicht auf die Kastration auf den ersten Blick optimal, doch ist zu berücksichtigen, daß auf Grund der geringeren Schlachtkörpermasse mehr Tiere „produziert“ werden müssen, um den Bedarf an Schweinefleisch zu decken. Schließlich ist die Einschätzung der ökonomischen Auswirkungen der Ebermast auf Grund der Komplexität des Verfahrens mit einem hohen Unsicherheitsfaktor verbunden.

Die für die Immunkastration erforderliche zweimalige Impfung stellt - jedenfalls im Vergleich zur chirurgischen Kastration ohne Schmerzausschaltung - eine zu vernachlässigende Beeinträchtigung der Tiere dar. Als Vorteile für



die Produzenten sind der Entfall des mit der chirurgischen Kastration verbundenen Infektionsrisikos, die geringere Ferkelverluste sowie eine bessere Futterverwertung durch die Wahl des optimalen Impfzeitpunkts anzuführen. Auf Grund der in Australien gewonnenen Erfahrungen ist das Verfahren - von der fehlenden Zulassung des Impfstoffes in Europa abgesehen - als praxisreif und anwendungserprobt zu beurteilen. Auch können die Kosten für den Impfstoff als durchaus zumutbar bezeichnet werden. Obwohl der Verzehr des Fleisches immunkastrierter Schweine kein Gesundheitsrisiko für den Menschen darstellt und die Anwendersicherheit durch einfache Vorsichtsmaßnahmen gewährleistet werden kann, dürfte sich die Zulassung des Impfstoffes in Europa schon aus administrativen Gründen zeitaufwändig gestalten. Nichtsdestotrotz sollte die Zulassung eines geeigneten Präparats jedenfalls mittelfristig als Ziel angestrebt werden.

Als weitgehend praxisreif können hingegen die Allgemeinanästhesie durch Inhalationsnarkose mittels CO₂/O₂ und die Lokalanästhesie bezeichnet werden. Obwohl bei beiden Verfahren bedeutende Nachteile - insbesondere die mit dem „Handling“ verbundene Belastung und postoperative Schmerzen - bestehen bleiben, wird während des Eingriffs eine zufrieden stellende analgetische Wirkung erzielt, sodaß die Anwendung dieser Verfahren aus tierethischer Sicht der chirurgischen Kastration ohne Schmerzausschaltung jedenfalls vorzuziehen ist. In Anbetracht der verhältnismäßig hohen Kosten der Inhalationsnarkose (Senkung des Deckungsbeitrags um bis zu ca. 5 Euro pro Mastschwein) ist jedoch davon auszugehen, daß das für den Tierschutz erzielte Ergebnis diesen Aufwand nicht zu rechtfertigen vermag. Im Vergleich dazu ist der für die Lokalanästhesie zu veranschlagende Kostenfaktor (Senkung des Deckungsbeitrags um ca. 2 Euro pro Mastschwein) - insbesondere in Anbetracht der Schwere der dadurch vermiedenen Schmerzen - als verhältnismäßig zu bezeichnen. Da in Österreich kein Lokalanästhetikum für Lebensmittel liefernde Tiere zugelassen ist, müßte ein Sonderimport aus einem Mitgliedstaat der EU erfolgen. Allerdings ist die Abgabe von Lokalanästhetika an Tierhalter verboten und kann auch weder aus der Sicht des Tierschutzes noch aus der Sicht des Konsumentenschutzes befürwortet werden. Damit ist die Durchführung des Eingriffs unter Lokalanästhesie Tierärzten vorzubehalten.

Das Fazit der tierethischen Überlegungen kann daher wie folgt zusammengefaßt werden: Eine auf der Grundlage der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Schmerzhaftigkeit der chirurgischen Kastration ohne Schmerzausschaltung und über die in Frage kommenden Methoden zur Schmerzlinderung bzw. Schmerzvermeidung vorgenommene Güterabwägung führt zu dem Ergebnis, daß durch die derzeit praktizierte Form der Ferkelkastration essenzielle Interessen des Tierschutzes verletzt werden, obwohl Methoden verfügbar sind, durch die ein angemessener Interessenausgleich herbeigeführt werden könnte: Die Durchführung der Ferkelkastration unter Lokalanästhesie stellt kurzfristig das Mittel der Wahl dar. Mittelfristig sollte jedenfalls die Zulassung eines Impfstoffes zur Immunkastration angepeilt werden. Die Umstellung auf die Mast intakter Eber ist langfristig anzustreben bzw. sollte diese als alternatives Produktionsverfahren forciert werden. Als erster Schritt wäre eine Untersuchung der

Auswirkungen der Ebermast unter spezifisch österreichischen Zucht-, Haltungs- und Fütterungsbedingungen geboten.

Hinsichtlich aller Verfahren ist zu fordern, daß die Abgeltung des entstehenden Mehraufwands gesamtgesellschaftlich, insbesondere aber durch höhere Produktpreise sowie durch Fördermittel der öffentlichen Hand, zu erfolgen hat.

Literatur

- AGERGAARD, N., LAUE, A. (1993): Absorption of skatole from the gastrointestinal tract and liver turnover of skatole. In: BONNEAU, M. (ed.): Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs. INRA edition, Paris, p. 107-111.
- AGERGAARD, N., KNARREBORG, A., BECK, J., LAUE, A., JENSEN, M.T., JENSEN, B.B. (1995): Absorption of skatole to the portal vein blood following tryptophan infusion to the hind gut. In: Proc. of the EAAP working group on production and utilisation of meat from entire male pigs. Milton Keynes, 27-29 September, p. 73-75.
- ALLEN, P., JOSEPH, R.L., LYNCH, P.B. (1997): Effect of nutrition and management on the incidence of boar taint. In: Boar taint in entire male pigs. EAAP publication No. 92, p. 88-91.
- ANDERSSON, H., RYDHMER, L., LUNDSTRÖM, K., WALLGREN, M., ANDERSSON, K., FORSBERG, M. (1998): Influence of artificial light regimens on sexual maturation and boar taint factors in entire male pigs. *Anim. Reprod. Sci.* **51**, 1-43.
- ANDERSSON, K., SCHAUB, A., ANDERSSON, K., LUNDSTRÖM, K., THOMKE, S., HANSSON, I. (1997): The effects of feeding system, lysine level and gilt contact on performance, skatole levels and economy of entire male pigs. *Livest. Prod. Sci.* **51**, 131-140.
- ANNOR-FREMPONG, I.E., NUTE, G.R., WOOD, J.D., WHITTINGTON, F.W., WEST, A. (1998): The measurement of responses to different odour intensities of boar taint using a sensory panel and an electronic nose. *Meat Sci.* **50**, 139-151.
- BABOL, J., SQUIRES, E.J. (1995): Quality of meat from entire male pigs. *Food Res. Int.* **28**, 210-212.
- BABOL, J., ZAMARATSKAIA, G., JUNEJA, R. K., LUNDSTRÖM, K. (2004): The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. *Meat Sci.* **67**, 351-358.
- BARANZKE, H. (2002): Tierethik. In: DÜWELL, M. Von, HÜBENTHAL, C., WERNER, M.H. (Hrsg.) *Handbuch: Ethik*. J.B. Metzler, Stuttgart, S. 282-286.
- BARTON-GADE, P. (1987): Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livest. Prod. Sci.* **16**, 187-196.
- BEEKMAN, N.J.C.M., SCHAAPER, W.M.M., TURKSTRA, J.A., MELOEN, R.H. (1999): Highly immunogenic and fully synthetic peptide-carrier constructs targeting GnRH. *Vaccine* **17**, 2043-2050.
- BIDANEL, J.P., MILAN, D., CHEVALET, C., WOLOSZYN, N., CARITEZ, J.C., GRUAND, J., LE ROY, P., BONNEAU, M., RENARD, C., VAIMAN, M., GELLIN, J., OLLOVIER, L. (1997): Chromosome 7 mapping of a quantitative trait locus for fat androstenone level in Meishan X Large White F2 entire male pigs. In: BONNEAU, M., LUNDSTRÖM, K., MALMFORS, B. (eds.): Boar taint in entire male pigs. EAAP publication No. 92, p. 115-118.
- BINDER, R., HAGMÜLLER, W., HOFBAUER, P., IBEN, C., SCALA, U.S., WINCKLER, C., BAUMGARTNER, J. (2004): Aktuelle Aspekte der Kastration männlicher Ferkel. 1. Mitteilung: Tierschutzrechtliche Aspekte der Ferkelkastration sowie Verfahren zur Schmerzausschaltung bei der chirurgischen Kastration. *Wien. Tierärztl. Mschr.* **91**, 178-183.
- BLECHER, S.R., HOWIE, R., DETMAR, J., BLAHUT, L.M. (1999): A new approach to immunological sexing of sperm. *Theriogenology* **52**, 1309-1321.



- BONNEAU, M. (1998): Use of entire males for pig meat in the European Union. *Meat Sci.* **49**, 257-272.
- BONNEAU, M. (1999): Contributions of androstenone and skatole to the consumer acceptability of meat from entire male pig: summary of the results from a concerted study performed in 7 European countries. *Journ. Rech. Porcine Fr.* **31**, 315-322.
- BONNEAU, M., SQUIRES, E. J. (2000): Use of entire males for pig production. I Conferencia Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suina 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000. (http://www.cnpsa.embrapa.br/pork/anais00cv_bonneau_en.pdf; accessed: 2004-04-07.)
- BONNEAU, M., DUFOUR, R., CHOUVET, C., ROULET, C., MEADUS, W., SQUIRES, E.J. (1994): The effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. *J. Anim. Sci.* **72**, 14-20.
- BORG JENSEN, B., JENSEN, M.T. (1993): In vitro measurement of microbial production of skatole in the digestive tract of pigs. In: *Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs*, INRA, Paris (1993), p. 99-105.
- CLAUS, R. (1994): Pheromone. In: DÖCKE, F. (Hrsg.): *Veterinärmedizinische Endokrinologie*. 3. Aufl., G. Fischer, Jena, S. 699 - 705.
- CLAUS, R., LÖSEL, D., LACORN, M., MENTSCHHEL, J., SCHENKEL, H. (2003): Effects of butyrate on apoptosis in the pig colon and its consequences for skatole formation and tissue accumulation. *J. Anim. Sci.* **81**, 239-248.
- CLAUS, R., WEILER, U., HERZOG, A. (1994): Physiological aspects of androstenon and skatole formation in the boar: a review. *Meat Sci.* **38**, 289-305.
- CRONIN, G.M., DUNSHEA, F.R., BUTLER, K.L., MCCAULEY, I., BARNETT, J.L., HEMSWORTH, P.H. (2003): The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **81**, 111-126.
- DAVIS, S.M., SQUIRES, E.J. (1999): Association of cytochrome b5 with 16-androstene steroid synthesis in the testis and accumulation in the fat of male pigs. *J. Anim. Sci.* **77**, 1230-1235.
- DESLANDES, B., GARIÉPY, C., HOUDE, A. (2001): Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. *Livest. Prod. Sci.* **71**, 193-200.
- DOBROWOLSKI, A., HÖRETH, R., BRANSCHIED, W. (1993): Der Schlachtkörperwert von Ebern und Börgen und Probleme der Klassifizierung. Vorträge der Kulmbacher Woche 1993 in gekürzten Fassungen. In: *Mitteilungsbl. Bundesanst. Fleischforsch.* 1992-93, S. 109-115.
- DUNSHEA, F.R., COLANTONI, C., HOWARD, K., MCCAULEY, I., JACKSON, P., LONG, K.A., LOPATICKI, S., NUGENT, E.A., SIMONS, J.A., WALKER, J., HENNESSY, D.P. (2001): Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.* **79**, 2524-2535.
- ELLIS, M., SMITH, W. C., CLARK, J. B. K., INNES, N. (1983): A comparison of boars, gilts and castrates for bacon manufacture. 1. On farm performance, carcass and meat quality characteristics and weight loss in the preparation of sides for curing. *Animal Production* **37**, 1-9.
- ENDER, K., KUHN, G., NURNBERG, K., LYONS, T.P., JACQUES, K.A. (1994): Study of the use of yucca extract (De-Odorase) in the fattening of boars. In: LYONS, T.P. (ed.): *Biotechnology in the feed industry: Proceedings of Alltech's Tenth Annual Symposium*, Nottingham University Press, Loughborough, UK, p. 175-180.
- FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations): FAOSTAT Agricultural data: <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>, accessed: 2004-08-12.
- FISCHER, K., WEILER, U. (1993): Aspekte der sensorischen Qualität von Eberfleisch. Vorträge der Kulmbacher Woche 1993 in gekürzten Fassungen. In: *Mitteilungsbl. Bundesanst. Fleischforsch.* 1992-93, S. 135-140.
- FOUILLOUX, M.N., LE ROY, P., GRUAND, J., RENARD, C., SELIER, P., BONNEAU, M. (1997): Support for a single major gene influencing fat androstenone level and development of bulbo-urethral glands in young boars. *Genet. Selec. Evol.* **29**, 357-366.
- FRIIS, C. (1993). Distribution, metabolic fate and elimination of skatole in male and female pigs. *DS-Nyt* 1993, No.7. p.11-13.
- GIERSING, M., LUNDSTROM, K., ANDERSSON, A. (2000): Social effects and boar taint: significance for production of slaughter boars (*Sus scrofa*). *J. Anim. Sci.* **78**, 296-305.
- GUTZWILLER, A. (2003): Kastration von Ferkeln unter Lokalanästhesie. *Agrarforschung* **10**, 10-13.
- HANSEN, L. L., LARSEN, E.E., JENSEN, B.B., HANSEN-MØLLER, J., BARTON-GADE, P. (1994): Influence of stocking rate and faeces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Anim. Prod.* **59**, 99-110.
- HANSEN, L. L., LARSEN, A. E., HAMMERSHØJ, M., SØRENSEN, P., HANSEN-MØLLER, J. (1999): Influence of aromatic components from pig manure on odour and flavour of cooked chicken meat. *Meat Sci.* **52**, 325-330.
- HANSEN, L.L., MIKKELSEN, L.L., AGERHEM, H., LAUE, A., JENSEN, M.T., JENSEN, B.B. (2000): Effect of fermented liquid food and zinc bacitracin on microbial metabolism in the gut and sensoric profile of *m. longissimus dorsi* from entire male and female pigs. *Animal Sci.* **71**, 65-80.
- HENNESSY, D. (2004): persönl. Mitteilung.
- HERZOG, A., HERBERT, E., DEHNHARDT, M., CLAUS, R. (1993): Vergleichende Messungen von Androstenon und Skatol in verschiedenen Geweben. Vorträge der Kulmbacher Woche 1993 in gekürzten Fassungen. In: *Mitteilungsbl. Bundesanst. Fleischforsch.* 1992-93, S. 116-124.
- HOLZNER, M. (2002): Die Sache mit dem Ebergeruch. *BVET-Magazin* 2002, No.4, S. 1-3.
- JENSEN, M.T., COX, R.P., JENSEN, B.B. (1995): Microbial production of skatole in the hind gut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Animal Sci.* **61**, 293-304.
- KJELDSSEN, N. (1993): Practical experience with production and slaughter of entire male pigs. In: BONNEAU, M. (ed.): *Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs*. INRA edition, Paris, p. 137-144.
- LANGE, C.F.M. de, SQUIRES, E.J. (1995): Entire males vs. castrates for pork production - Financial benefits to the producer. *Ontario Swine Res. Rev.*, p. 41-45.
- LEEB, C. (2003): persönl. Mitteilung.
- LUNDSTRÖM, K., MALMFORS, B., STERN, S., RYDHMER, L., ELAISSON-SELING, L., MORTENSEN, A.B., MORTENSEN, H.P. (1994). Skatole levels in pigs selected for high lean tissue growth rate on different dietary protein levels. *Livest. Prod. Sci.* **38**, 125-132.
- MALMFORS, B., LUNDSTRÖM, K. (1983): Consumer reactions to boar meat: a review. *Livest. Prod. Sci.* **10**, 187-196.
- METZ, C., CLAUS, R. (2003): Active immunization of boars against GnRH does not affect growth hormone but lowers IGF-I in plasma. *Livest. Prod. Sci.* **81**, 129-137.
- METZ, C., HOHL, K., WAIDELICH, S., DROCHNER, W., CLAUS, R. (2002): Active immunization of boars against GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation and N-retention. *Livest. Prod. Sci.* **74**, 147-157.
- NADEJE, B., KOUCKY, M., SEVCIKOVA, S., ADAMEC, T., LASTOVKOVA, J. (2000): Assessment of boar and barrow meat. *Czech J. Anim. Sci.* **45**, 539-544.
- NEUPERT, B., CLAUS, R., HERBERT, E., WEILER, U. (1995): Einfluß von Geschlecht, Fütterung und Lichtprogrammen auf Mastleistung und Schlachtkörperwert sowie die Androstenon- und Skatolbildung beim Schwein. *Züchtungskunde* **67**, 317-331.
- OECKEL, M.J. van, CASTEELS, M., WARNANTS, N., BOEVER, J.L. de, RENTERGHEM, R. van, BOUCQUÉ, C.V., (1996): Production of entire males with Belgian Landrace and hybrid pigs: the incidence of sensory aberrations. *J. Anim. Physiol. Anim.*



- Nutr. **76**, 111-121.
- OECKEL, M. J. van, WARNANTS, N., PAEPE, M. de, CASTEELS, M., BOUCQUÉ, C. V. (1998): Effect of fibre-rich diets on the backfat skatole content of entire male pigs. *Livest. Prod. Sci.* **56**, 173-180.
- OMELKO, M., SCHNEEBERGER, W. (2002): Wirtschaftliche Aspekte in der Schweinemast. Proceedings 1. ÖGT-Schweine-tagung, 8.-10.11.2002, Seggau, S. 12-20.
- OONK, H.B., TURKSTRA, J.A., SCHAAPER, W.M.M., ERKENS, J.H.F., SCHUITMAKER-DE-WEERD, M.H., NES, A., VERHEIJDEN, J.H.M., MELOEN, R.H. (1998): New GnRH-like peptide construct to optimize efficient immunocastration of male pigs by immunoneutralization of GnRH. *Vaccine* **16**, 1074-1082.
- PATTERSON, R.L.S. (1968): 5-androst-16-en-3-one, compound responsible for taint in boar fat. *J. Sci. Food Agric.* **19**, 31-38.
- RIUS SOLE, M.A., GARCIA-REGUEIRO, J.A. (2001): Role of 4-phenyl-3-buten-2-one in boar taint: identification of new compounds related to sensorial descriptors in pig fat. *J. Agric. Food Chem.* **49**, 5303-5309.
- ROEHE, R., KALM, E. (2000): Estimation of genetic and environmental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. *Animal Sci.* **70**, 227-240.
- ROTH, S. (1993): Untersuchungen zur Ebermast unter Beachtung der geänderten EG-Frischfleisch-Richtlinie. Diss., Vet.Med. Fak, Univ. München.
- SEIDEL, G.E. (2003): Sexing mammalian sperm-intertwining of commerce, technology, and biology. *Anim. Reprod. Sci.* **79**, 145-156.
- SQUIRES, E.J., LOU, Y. (1995): Levels of boar taint in purebred entire male pigs in Canada. Proc. EAAP Working Group on the Production and Utilization of Meat from Entire Male Pigs, 27.-29.9.1995, Milton Keynes, U.K., p. 80-83.
- STAERK, K. (2002): Die Unterdrückung der Androstenonbildung als Alternative zur Kastration. (<http://www.aramis-research.ch/d/13293.html>; accessed: 2004-02-24.)
- STOLL, P. (2003): Jungebermast - Fleischproduktion mit unkastrierten männlichen Schweinen. Informationsgespräch „Alternativen zur Ferkelkastration ohne Schmerzausschaltung“, 29.Jänner 2003, Olten.
- TURKSTRA, J.A., ZENG, X.Y., DIEPEN, J.T.M., JONGBLOED, A.W., OONK, H.B., WIEL, D.F.M., MELOEN, R.H. (2002): Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response. *J. Anim. Sci.* **80**, 2953-2959.
- VOLD, E. (1970): Fleischproduktionseigenschaften bei Ebern und Kastraten. IV. Organoleptische und gaschromatografische Untersuchungen wasserdampflichtiger Stoffe des Rückenspeckes von Ebern. *Meldinger Nordlandbrukshoegskole* **49**, 1-25.
- WALKER, N. (1978): Boars for meat production - the effect of single-sex or mixed-sex groups on growth performance and carcass characteristics. *Rec. Agri. Res.* **26**, 7-10.
- WALSTRA, P., MAARSE, G. (1970): Onderzoek gestachlengen van mannelijke mestvarkens. IVO-rapport C-147 and rapport no.2 Researchgroep voor Vlees en Vleeswaren TNO.
- WALSTRA, P., VERMEER, A.W. (1993): Aspects of micro and macro economics in the production of young boars. In: Proc. 4th Annu. Mtg. EAAP, Aarhus, Denmark.
- WALSTRA, P., CLAUDI-MAGNUSSEN, C., CHEVILLON, P., SETH, G. von, DIESTRE, A., MATTHEWS, K.R., HOMER, D.B., BONNEAU, M. (1999): An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and skatole by country and season. *Livest. Prod. Sci.* **62**, 15-28.
- WILLEKE, H. (1993): Possibilities of breeding for low 5 α -androstenone content in pigs. *Pig News and Information* **14**, 31N - 33N.
- WISEMAN, J., REDSHAW, M.S., JAGGER, S., NUTE, G.R., WHITTINGTON, F.W., WOOD, J.D. (1999): Influence of type and dietary rate of inclusion of non-starch polysaccharides on skatole content and meat quality of finishing pigs. *Animal Sci.* **69**, 123-133.
- ZAMARATSKAIA, G., BABOL, J., ANDERSSON, H., LUNDSTRÖM, K. (2004): Plasma skatole and androstenone levels in entire male pigs and relationship between boar taint compounds, sex steroids and thyroxine at various ages. *Livest. Prod. Sci.*, in press. (doi:10.1016/j.livprodsci.2003.09.022).
- ZENG, X.Y., TURKSTRA, J.A., JONGBLOED, A.W., DIEPEN, J.T.M., MELOEN, R.H., OONK, H.B., GUO, D.Z., WIEL, D.F.M. (2002b): Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high- and low-energy diets. *Livest. Prod. Sci.* **77**, 1-11.
- ZENG, X.Y., TURKSTRA, J.A., MELOEN, R.H., LIU, X.Y., CHEN, F.Q., SCHAAPER, W.M.M., OONK, H.B., GUO, D.Z., WIEL, D.F.M. (2002a): Active immunization against gonadotrophin-releasing hormone in Chinese male pigs: effects of dose on antibody titer, hormone levels and sexual development. *Anim. Reprod. Sci.* **70**, 223-233.

Rechtsnormen

1982

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1982 über die Schlacht- und Fleischuntersuchung (Fleischuntersuchungsgesetz), BGBl. Nr. 522/1982 in der Fassung BGBl. I Nr. 143/2003.

1991

Richtlinie 91/497/EWG des Rates vom 29. Juli 1991 zur Änderung und Kodifizierung der Richtlinie 64/433/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim innergemeinschaftlichen Handelsverkehr mit frischem Fleisch zwecks Ausdehnung ihrer Bestimmungen auf die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch, Amtsblatt Nr. L 268 vom 24/09/1991 S. 0069-0104.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Johannes Baumgartner, DDr. Regina Binder, Dr. Peter Hofbauer, Univ.Prof.Dr. Christine Iben, Dr. Ulrich Sebastian Scala, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien; Dr. Werner Hagmüller, Austräße 10, A-4600 Wels/Thalheim; DI Dr. Christoph Winckler, Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien.
e-mail: johannes.baumgartner@vu-wien.ac.at